Кокшетауский технический институт КЧС МВД

Республики Казахстан

УТВЕРЖДАЮ

Начальник кафедры пожарной профилактики полковник

противопожарной службы

Карменов К.К.

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_2015г.

Кафедра пожарной профилактики

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по выполнению курсовой работы (проекта) по дисциплине

электротехника и пожарная профилактика в электроустановках

для курсантов специальности 5B100100

«Пожарная безопасность»

(шифр, наименование специальности)

Форма обучения: заочная

Кокшетау 2015

**В Е Д Е Н И Е**

Развитие экономики государства требует широкого внедрения в практику достижений электротехнической науки. Мы являемся свидетелями все более широкого применения электричества буквально во всех областях деятельности человека: в промышленности и в сельском хозяйстве, космонавтике и медицине, в сфере услуг.

Электрическая энергия остается самой доступной и удобной для преобразования ее в другие виды энергии и передачи на огромные расстояния без значительных потерь. В настоящее время практически нет другого вида энергии, способного конкурировать с электрической энергией по доступности и удобству ее использования на благо человека.

Вместе с тем следует помнить, что использование электрической энергии связано с пожарной опасностью, с опасностью взрывов при эксплуатации электроустановок во взрывоопасных производствах.

Для обеспечения пожаро- и взрывобезопасности применения электроустановок существуют специальные нормативные документы, соблюдение которых является обязательным на всех этапах: проектирования, монтажа и эксплуатации. Вместе с тем в последние годы количество пожаров от электроустановок увеличивается. Имеют место также пожары от разрядов молнии и статического электричества. Поэтому перед работниками пожарной охраны ставятся задачи качественного улучшения надзорных и профилактических функций в области пожаро- и взрывобезопасного применения электроустановок.

Цель пожарно-технической экспертизы – выявить нарушения требований пожарной безопасности, допущенные в проекте, и предложить решение по их устранению.

Основные этапы пожарно-технической экспертизы: подготовка, собственно экспертиза, оформление документов и разработка организационных решений по результатам экспертизы.

Основной метод пожарно-технической экспертизы – сопоставление имеющегося в проекте технического решения электроустановок с требуемым по нормам и правилам.

Сопоставление технических решений с техническими решениями, предусмотренными нормами, ведется при соблюдении принципов последовательности, автономности и раздельности.

По результатам пожарно-технической экспертизы любой части проекта и всего проекта в целом оформляются следующие документы: письмо в проектную организацию, предписание госпожнадзора (в котором предусматривается устранение выявленных нарушений и отступлений от правил и норм пожарной безопасности) и заключение.

Рекомендации, разрабатываемые по результатам пожарно-технической экспертизы, должны предлагать такие технические решения по устранению нарушений требований пожарной безопасности, которые были бы на уровне современных достижений науки и техники, экономически целесообразны и обоснованы.

**Глава I. Общие требования**

**к выполнению курсового проекта**

**1.1. Задачи и тематика курсового проектирования**

Главное требование к содержанию курсового проектирования заключается в том, чтобы проведенные расчеты основывались на достижениях научно-технического прогресса в области применения электротехники и пожарной профилактики в электроустановках.

Задача курсового проектирования – закрепить знания, полученные при изучении теоретического материала, а также выработать практические навыки самостоятельной разработки мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в электроустановках.

Слушатель должен приобрести навыки пользования справочной литературой, стандартами, а также осуществлять расчеты на компьютере.

Тема курсового проекта «Пожарно-техническая экспертиза электротехнической части проекта».

Сопоставление электроустановок и молниезащиты с требуемыми по инструкциям нормам и правилам является основным методом пожарно-технической экспертизы ( ПТЭ). Такие сопоставления ведутся при соблюдении принципов последовательности, автономности и раздельности.

Под последовательностью ПТЭ понимается необходимость того, чтобы каждый предшествующий ее этап являлся подготовкой для последующего. Так, ПТЭ электротехнической части проекта немыслима без предварительного изучения технологического процесса данного производства, пожароопасных свойств веществ, участвующих в данном технологическом процессе и т.п.

Под автономностью ПТЭ понимается необходимость учитывать всю специфику ее проведения в условиях, когда, например, под одной " крышей" собрано большее количество по назначению технологических процессов. Допустим, в одном здании размещены предприятия, имеющие разные электроустановки или требующие разной категории молниезащитные устройства.

Принцип раздельности ПТЭ предполагает " расчленение" рассматриваемой части проекта на элементы, которые дальше не делятся. Допустим, силовое электрооборудование можно расчленить на сеть, электродвигатели, аппараты управления и т.д. Защитное заземление - на заземляющие или зануляющие проводники и заземлители, молниезащитные устройства. В данном проекте, по результатам ПТЭ оформляются следующие документы: письмо в проектную организацию или предписание госпожнадзора, в которой предусматривается устранение выявленных нарушении и отступлении от норм проектирования: ГОСТ, ПУЭ, СНиП, РНТП, РД, ТУ и ведомственные нормативы.

**1.2. Требования к содержанию и оформлению проекта**

Цель проекта – провести проверочный расчет электрических сетей, заземляющих устройств, статического электричества и молниезащиты зданий, дать заключение о соответствии запроектированного электрооборудования требованиям пожарной безопасности одного из проектных решений электроустановок производства с пожарно-взрывоопасной технологией.

Проект разрабатывается в соответствии с заданием и включает в себя расчетно-пояснительную записку и графическую часть. Примерный объём расчетно-пояснительной записки 15 страниц машинописного или 20 страниц рукописного текста. Объём графического материала – не менее 2-х листов формата А1.

**Глава II. Содержание курсового проекта**

**Введение**. Изложить назначение проекта, вопросы безопасности производства, особенно в тех отраслях, где условия технологических процессов, применение горючих и легковоспламеняющихся жидкостей и газов создают повышенную пожаро- и взрывоопасность, наносящую материальный ущерб.

**Исходные данные.** Выбираются по таблицам 1-8 приложения. Номер варианта определяется по трем последним цифрам номера зачетной книжки.

**Раздел 1**. **Обоснование класса пожаровзрывоопасности зоны.** Определить и обосновать классы пожаро- и взрывоопасных зон расположенных в помещениях насосной станции согласно ПУЭ.

**Раздел 2. Определение категории и группы взрывоопасной смеси.**

**Раздел 3. Обоснование соответствия уровней и видов взрывозащиты запроектированного электрооборудования требованиям ПУЭ.**

**Раздел 4. Расчет силовой сети.**

4.1. Расчет силовой сети по условиям нагрева.

4.2. Расчет силовой сети по потере напряжения.

4.3 Расчет силовой сети по условиям короткого замыкания.

**Раздел 5. Расчет осветительной сети.**

5.1. Расчет осветительной сети по потере напряжения.

5.2. Расчет осветительной сети по условиям нагрева.

5.3. Расчет осветительной сети по условиям КЗ.

**Раздел 6. Проверка соответствия сопротивления заземляющего устройства требованиям ПУЭ.**

**Раздел 7. Проектирование молниезащиты здания насосной станции.**

**Графическая часть курсового проекта.**

**Заключение**. Дать заключение о соответствии запроектированного электрооборудования требованиям пожарной безопасности и ПУЭ.

**Список литературы**.

**Глава III. Требуемые расчеты и порядок выполнения курсового проекта**

**Раздел 1**. **Обоснование класса пожаровзрывоопасности зоны.**

Различные технологические процессы производства, а также режимы работы технологического оборудования, установленные внутри и вне зданий, создают условия пожаровзрывоопасности в производственных помещениях и наружных установках.

Пожароопасная зона - пространство внутри и вне помещений, в пределах которого образуются (или периодически) образуются горючие (сгораемые) вещества.

Пожароопасные зоны подразделяются на четыре класса: П-I, П-II, П-Iа и П-III.

Взрывоопасная зона - пространство внутри и вне помещений, в пределах которого образуется (или могут образоваться) взрывоопасные смеси. Взрывоопасные зоны подразделяются на шесть классов: В-I, В-Iа, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIа.

В данном разделе проекта при проведении ПТЭ необходимо проверить и обосновать правильность решения вопроса, к какой зоне какого класса относится заданное (по варианту) здание (помещение). Для этого в соответствии с указанием 7.3.39 [1] расчетом определяют объём взрывоопасной смеси. При определении взрывоопасных зон принимается, что:

а) взрывоопасная зона в помещении занимает весь объём помещения, если объём взрывоопасной смеси (В) превышает 5% свободного помещения (Vсвоб): В > 0,05 Vсвоб.

б) взрывоопасной считается зона в помещении в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от технологического аппарата, из которого возможно выделение горючих газов или паров ЛВЖ, если объём взрывоопасной смеси равен или менее 5% свободного объёма помещения: В < 0,05 Vсвоб.

Объем взрывоопасной смеси определяется по формуле:



где Е – масса разлившегося ЛВЖ, условно принимается равной  г (50 кг);

Снпв - нижний концентрационный предел воспламенения, г/м3, который определяется по формуле:



Свободный объем помещения равен:

 м.куб.

**Раздел 2**. **Определение категории и группы** **взрывоопасной смеси**.

Среды взрывоопасных зон одного и того же класса могут различаться и по температуре самовоспламенения и по свойству передавать (при определенных условиях) взрыв из оболочки электрооборудования в окружающую среду, и по другим аппаратам.

Классификация взрывоопасных смесей по категориям и группам приведены в ПУЭ по ГОСТ 12.1.011-78 п.7-3.36 - 7-3.30.

В основу классификации взрывоопасных смесей по категориям положено их свойство передавать (при определенных условиях) взрыв из экспериментальной оболочки в окружающую среду через критические зазоры между плоскими фланцами. В зависимости от величины критического зазора устанавливается категория взрывоопасной смеси. В основу классификации взрывоопасных смесей по группам положена температура их самовоспламенения.

Пример распределения взрывоопасных смесей по категориям и группам приведено ПУЭ п.7.3.30 таб. 7.3.3 и ПТЭ 87 табл. 3.

На практике в технологических процессах производств обычно несколько взрывоопасных смесей, отличающихся категорией и группой. В таких случаях категорию и группу устанавливают исходя из наиболее взрывоопасной смеси. Категорию и группу взрывоопасных смесей необходимо указать в пояснительной записке к проекту и на плане расположения силового и осветительного электрооборудования. Знать категорию и группу взрывоопасной смеси нужно для того, чтобы квалифицированно решить вопрос, соответствует ли запроектированное взрывоопасное электрооборудование тем нормам, которые необходимо соблюсти, чтобы предотвратить пожар и взрыв на данном производстве.

**Раздел 3. Обоснование соответствия уровней и видов взрывозащиты запроектированного электрооборудования требованиям ПУЭ.**

В данном разделе при проведении ПТЭ необходимо установить соответствует ли запроектированное электрооборудование по уровням и видам взрывозащиты требованиям пожарной безопасности.

Во взрывозащищенном электрооборудовании предусматриваются конструктивные меры по устранению или затруднению возможностей воспламенения окружающей взрывоопасной среды. Виды и уровни, знаки взрывозащиты см. табл. 4, 5 или ПУЭ и ГОСТ 12.20.20-76, ПИВРЭ, ПИВЭ. Обозначения знаков температурного класса взрывозащищенного электрооборудования, в зависимости от предельно допустимой температуры его оболочки и области применения по группам взрывоопасной смеси по табл. данного проекта, ПТЭ п. 2.4 т.6.

Примеры взрывозащищенного электрооборудования по ПУЭ ГОСТ 12.20.20-76, таблица 7. ПТЭ.

Сопоставление взрывозащищенного электрооборудования и групп взрывоопасных смесей по ПИВЭ с тем, как эти категории и группы обозначаются по ПУЭ ГОСТ 12.1.011-78 приведено в табл.8 и 9 настоящего проекта, ПТЭ т. 7.8.

Также сопоставление необходимо при пожарно-технической экспертизе, когда в проектных материалах ( или действующих объектах) взрывозащищенное электрооборудование имеет знаки взрывозащиты по ПИВЭ или ПИВРЭ.

Примеры сопоставления маркировок взрывозащищенного электрооборудования по ПУЭ, ГОСТ 12.20.20-76, ПИВЭ и ПИВРЭ приведены в таблице 10 [ 2].

В электротехнической части данного проекта на планах расположения силового и осветительного электрооборудования должны быть приведены классы взрывоопасных зон, группы и категории взрывоопасных смесей, по которым был проведен выбор электрооборудования. Допустимые уровни взрывозащиты, а также допустимые защиты оболочек электрооборудования (для случая, когда взрывозащищенное электрооборудование требуется) приведены в таблице 11.[ 2 ].

Определив и обосновав классы пожаровзрывоопасных зон, категории и группы взрывоопасных смесей, уровни и виды взрывозащиты запроектированного электрооборудования требованиям пожарной безопасности и ПУЭ, пожарно-технический эксперт должен составить таблицу (см. табл. 1), которая поможет ему сделать конкретные выводы о соответствии электротехнической части проекта нормам о правилам, а также составить заключение по рассматриваемому проекту.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Требуется  по нормам | Ссылка  на нормы | Предусмотрено  по проекту | Вывод |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  |  |  |  |  |

**Раздел 4. Расчет силовой сети**

Внутрицеховые сети рассчитывают, главным образом, исходя из условий нагревания проводов и кабелей током, а также исходя из допустимой потери напряжения. Такие расчеты необходимы для предупреждения опасного перегрева проводников. Одновременно производят выбор аппаратов защиты (плавких предохранителей, автоматов, тепловых реле) с такими номинальными параметрами, при которых обеспечивалось бы надежная защита сетей от токов перегрузки, коротких замыканий, соблюдалась селективность работы аппаратов защиты.

**4.1. Расчет силовой сети по условиям нагрева**

При расчете силовой сети и номинальных параметров аппаратов защиты по условиям нагрева необходимо проверить соответствие и добиться выполнения следующих условий:

1) Номинальный ток плавкой вставки предохранителя или теплового расцепителя автомата должен быть больше или равен рабочему току нагрузки:

 – для предохранителей

 – для автоматов

где *Iр.* – рабочий ток нагрузки, для электродвигателей во взрыволопансых зонах равный 1,25 номинального тока, т.е.



Номинальный ток электродвигателя определяется по формуле:



где *Рн* – номинальная мощность двигателя, Вт;

*Uл* – линейное напряжение, В;

cos – коэффициент мощности;

 – К.П.Д. двигателя.

2) Для предотвращения ложного срабатывания аппарата защиты в момент пуска двигателя номинальный ток плавкой вставки предохранителя должен быть больше или равен максимальному кратковременному току, протекающему через предохранитель, деленному на коэффициент инерционности, а для автоматов – ток срабатывания электромагнитного расцепителя должен превышать максимальный кратковременный ток на 25%, т.е.

 – для предохранителей

 – для автоматов

где α – коэффициент инерционности, зависящий от типа предохранителя и условий пуска электродвигателя (α = 1,5÷2,5);

*Iмакс*. – наибольшая величина кратковременного тока, протекающего через аппарат защиты, А.

Для ответвлений к одиночным асинхронным электродвигателям:

Iмакс. = Iпуск. = Iн∙Кп

где Iпуск. – пусковой ток электродвигателя;

Кп – коэффициент пуска (кратность пускового тока).

3) Допустимый длительный ток провода или кабеля Iдоп должен быть больше или равен номинальному току плавкой вставки предохранителя или номинальному току теплового расцепителя автомата, т.е.



Допустимый длительный ток проводов определяется по таблицам 1.3.4 ÷ 1.3.17 ПУЭ в зависимости от материала жил, сечения и способа рокладки провода.

**4.2. Расчет силовой сети по потере напряжения**

При проверке соответствия параметров силовой сети условиям допустимой потери напряжения добиваются, чтобы фактическая потеря напряжения не превышала допустимую, т.е.:



Допустимая потеря напряжения определяется по табл. 7 [2] в зависимости от мощности трансформатора, его коэффициента мощности и коэффициента загрузки.

Фактическая потеря напряжения на рассчитываемом участке сети определяется по формуле:



где  – момент нагрузки, кВт∙м; *M = P∙l, l*  – длина участка, м; *P* – мощность на конце рассчитываемого участка, кВт;

*с* – коэффициент, учитывающий напряжение, систему питания и материал жил проводов (см. табл. 8 [2]);

*S* – сечение жилы провода или кабеля, мм2.

Если сеть состоит из нескольких участков с разным сечением проводов и разными нагрузками, потери напряжения определяются на каждом участке отдельно и суммируются:



**4.3. Расчет силовой сети**

**по условиям короткого замыкания**

При расчете силовой сети по условиям короткого замыкания добиваются соблюдения следующих правил:

1) Ток однофазного короткого замыкания в конце защищаемой линии (минимальный ток КЗ) должен превышать номинальный ток аппарата защиты с определенной кратностью, зависящей от типа аппарата защиты:

 – для предохранителей

 или  – для автоматов

Коэффициент 1,25 принимается для автоматов с 100 А, а 1,5 – для автоматов с 100 А.

Сила тока однофазного короткого замыкания в конце линии определяется, исходя из из закона Ома:



где *Uф* – фазное напряжение, В;

Zф-о – полное сопротивление фазной и нулевой жилы провода, Ом.

Полное сопротивление замкнутой части линии определяется по формуле:

,

где *Rф, Rо* – активное сопротивление фазной и нулевой жилы провода, равное ;

Rд – добавочное сопротивление контактов, аппаратов защиты и управления, зажимов и т.д.

*Xф, Xо* – реактивное сопротивление фазной и нулевой жилы провода, равное ;

*Zт* – полное сопротивление трансформатора току КЗ (табл. 3.1 [2]);

 – удельное активное сопротивление материала жил провода, равное 0,019 Ом∙мм2/м для меди и 0,032 Ом∙мм2/м – для алюминия;

*а* – удельное реактивное сопротивление провода или кабеля (*а* =0,00007 Ом/м – для кабеля; *а* =0,00009 Ом/м – для проводов, проложенных в газовых трубах; *а* =0,00025 Ом/м – для проводов, проложенных открыто)

*l* – длина провода или кабеля на рассчитываемом участке.

2) Ток трехфазного короткого замыкания в начале линии (максимальная сила тока КЗ) не должен превышать предельный ток срабатывания аппарата защиты:



Ток трехфазного короткого замыкания в начале линии определяется по формуле:



где *Uл* – линейное напряжение, В;

*Zф* – полное сопротивление фазной жилы провода, Ом.

Полное сопротивление фазной жилы провода также складывается из активной и реактивной составляющей:



где *Rт* – активное сопротивление трансформатора, принимается равным *Rт = с/Sт*, где *Sт* – мощность трансформатора, кВА, *с* – коэффициент, равный:

*с* = 4,0 при *Sт*  60 кВА; *с* = 2,5 при *Sт*  1000 кВА;

*с* = 3,5 при *Sт*  180 кВА; *с* = 2,0 при *Sт*  1800 кВА.

*Xт* – реактивное сопротивление трансформатора, равное , где

*d* = 2 при при *Sт*  180 кВА;

*d* = 3 при при *Sт*  1000 кВА;

*d* = 4 при при *Sт*  1800 кВА.

**Раздел 5. Расчет осветительной сети**

Методика расчета осветительной сети имеет ряд отличий от расчета силовой сети. Во-первых, нагрузка в осветительной сети (светильники) расположена не в конце участка, а распределена равномерно по длине участка, что несколько усложняет расчет момента мощности; во-вторых, осветительная сеть не испытавает кратковременных пусковых перегрузок, т.е. в момент включения не возникает скачок силы тока; в-третьих, осветительная сеть – однофазная, поэтому методика расчета токов короткого замыкания у нее тоже отличается от силовой сети.

**5.1. Расчет осветительной сети по потере напряжения**

При проверке соответствия параметров осветительной сети условиям допустимой потери напряжения добиваются, чтобы фактическая потеря напряжения не превышала допустимую, т.е.:



Допустимая потеря напряжения определяется по табл. 7 [2] в зависимости от мощности трансформатора, его коэффициента мощности и коэффициента загрузки.

Фактическая потеря напряжения на рассчитываемом участке сети определяется по формуле:



где  – момент нагрузки, кВт∙м;

*с* – коэффициент, учитывающий напряжение, систему питания и материал жил проводов (см. табл. 8 [2]);

*S* – сечение жилы провода или кабеля, мм2.

*M = P∙l, l*  – длина участка, м; *P* – мощность на конце рассчитываемого участка, кВт.

При расчете момента мощности *М* для четвертого участка (осветительная сеть) вследствие того, что нагрузка распределена равномерно по длине участка, вместо длины участка необходимо подставлять приведенную длину, равную:



где *l* – расстояние от ЩО до первого светильника, м;

*а* – расстояние между светильниками, м;

*n* – количесвто светильников, шт.

**5.2. Расчет осветительной сети по условиям нагрева**

При расчете осветительной сети и номинальных параметров аппаратов защиты по условиям нагрева необходимо проверить соответствие и добиться выполнения следующих условий:

1) Номинальный ток плавкой вставки предохранителя или теплового расцепителя автомата должен быть больше или равен рабочему току нагрузки:

 – для предохранителей

 – для автоматов

*Iр.* – рабочий ток нагрузки, для осветительной сети определяется по формуле:



где Рл – номинальная мощность каждой лампы, Вт;

*n* – количество светильников, шт.

*Uф* – фазное напряжение, В;

2) Допустимый длительный ток провода или кабеля *Iдоп* должен быть больше или равен номинальному току плавкой вставки предохранителя или номинальному току теплового расцепителя автомата, т.е.



Допустимый длительный ток проводов определяется по таблицам 1.3.4 ÷ 1.3.17 ПУЭ в зависимости от материала жил, сечения и способа рокладки провода.

**Раздел 6. Проверка соответствия сопротивления**

**заземляющего устройства требованиям ПУЭ**

При невозможности или нецелесообразности использования естественных заземлителей применяются искусственные заземлители.

Так как проводимость искусственных заземлителей складываются из проводимости вертикальных (1/*Rв*) и горизонтальных (1/*Rг*) заземлителей, то сопротивление заземляющего устройства в целом:



Сопротивление искусственного заземлителя должно отвечать условию:

*Rиск.*  *Rз*

где: *Rз* – максимальное допустимое сопротивление заземляющего устройства, обозначенное в нормах (гл. 1.7 ПУЭ).

Проверочный расчет сложного искусственного заземлителя, состоящего из вертикальных электродов и горизонтальных соединительных полос, производится в следуюещем порядке:

1. Определяется сопротивление одиночного вертикального электрода.

Сопротивление одиночного вертикального электрода определяется по формуле:

,

где  – расчетное сопротивление грунта, определяемое как измеренное сопротивление, умноженное на повышающий коэффициент, зависящий от влажности грунта;

*Lв* – длина вертикального электрода, м;

*d* – диаметр электрода, м (для уголкового электрода величина *d* принимается равной 0,95*bв*, где *bв* – ширина полки уголка);

*tв* – расстояние от поверхности земли до середины электрода, м.

2. Определяется сопротивление всех вертикальных электродов заземлителя, расположенных в ряд или по контуру (с учетом коэффициента использования *ηВ* – см. прил. 3 [2]), по формуле:



3. Вычисляется сопротивление протяженных горизонтальных заземлителей (соединительных полос) без учета экранирования:





где *Rо.п.* и *Rо.к.*– сопротивление полосового и круглого горизонтальных заземлителей, Ом;

*bг* – ширина полосы полосового горизонтального заземлителя, м;

*dг* – диаметр стержня круглого горизонтального заземлителя, м;

*tг* – глубина заложения горизонтального заземлителя, м;

*Lг* – длина горизонтального заземлителя, м.

Длина горизонтального заземлителя определяется по формуле:

 – при расположении вертикальных электродов в ряд;

 – при расположении вертикальных электродов по периметру замкнутого контура,

где а – расстояние между вертикальными электродами, м;

n – количество вертикальных электродов, шт;

L – расстояние от внутреннего контура заземления до заземляющего устройства, м.

4. Определяется сопротивление растеканию тока горизонтальных соединительных полос, связывающих вертикальные электроды заземлителя (с учетом коэффициента использования *ηг* – см. прил. 3 [2]), по формуле:



где *Rо.п.* – сопротивление горизонтальной соединительной полосы;

*ηг* – коэффициент использования горизонтальных соединительных полос.

5. Сопротивление всего заземляющего устройства определяется по формуле:

.

Вывод о соответствии заземляющего устройства, предусмотренного проектом, требованиям ПУЭ, делается путем сравнения полученного расчетом сопротивления заземлителя *Rиск.* с допустимым его значением по нормам *Rз.*

Если *Rиск.*≤*Rз*, то заземлитель соответствует требованиям ПУЭ, в противном случае необходимо предложить инженерно-технические мероприятия, снижающие сопротивление растеканию тока заземляющего устройства.

**Раздел 7. Проектирование молниезащиты**

**здания насосной станции**

Молниезащита – комплекс защитных устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, сохранности зданий, сооружений, оборудования, материалов от возможных взрывов, загорании, возникающих при воздействии молний, а в зданиях, связанных с сельским хозяйством, для обеспечения безопасности животных и птиц.

Здания и сооружения (или их части) в зависимости от назначения, интенсивности грозовой деятельности в районе их местонахождения, а также ожидаемого количества поражений молнией в год должны быть защищены в соответствии с категорией устройства молниезащиты и типом зоны защиты (см. табл. 1 [7]).

Здания и сооружения могут защищаться от прямых ударов молнии, электростатической и электромагнитной индукции, заноса высоких потенциалов через наземные и подземные металлические коммуникации. Вид указанной защиты зависит от категории здания (пп. 1.2-1-6, [7]).

Прямой удар молнии – непосредственный контакт молнии с объектом, когда ток молнии протекает через объект. От этого вида воздействия молнии подлежат защите (при соответствующих условиях) все категории зданий. При этом все части защищаемого здания (на любом уровне) должны входить в пределы зоны защиты молниеотвода.

Молниеотвод – устройство, вызывающее на себя удар молнии и отводящее ток молнии в землю. Молниеотвод состоит из опоры, молниеприемника, токоотвода и заземлителя. Наиболее распространенные молниеотводы: стержневой, тросовый и сетчатый.

Вероятность поражения молнией какого-либо сооружения зависит от интенсивности грозовой деятельности в районе его расположения, высоты и площади сооружения, а так же некоторых других факторов.

Согласно РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» зоны защиты молниеотводов делятся на два типа: А и Б. Зона защиты молниеотвода – это часть пространства, внутри которого здание (сооружение) защищено от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности. Зоны защиты типа А обладает степенью надежности 99,5% и выше; зоны защиты типа Б – 95% и выше.

Необходимость устройства молниезащиты и требуемый тип зоны защиты молниеотводов определяется согласно табл. 1 РД 34.21.122-87 в зависимости от назначения и степени огнестойкости здания, наличия в нем помещений со взрывоопасными зонами и величины *N* – вероятного числа ударов молнии в год в здание или сооружение, не имеющее средств молниезащиты. Эта величина определяется по формуле:

*N = (S + 6∙hх)∙(L + 6∙hх )∙n∙10-6*

где *S* – ширина защищаемого здания или сооружения. имеющего в плане прямоугольную форму, м;

*L* – длина защищаемого здания или сооружения, м;

*hх* – наибольшая высота здания (сооружения), м;

*n* – среднее число ударов молнии в год на 1 км2 земной поверхности (в месте расположения здания), зависящее от интенсивности грозовой деятельности и определяемое по таблице:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Интенсивность грозовой деятельности,  часов в год | 10-20 | 20-40 | 40-60 | 60-80 | 80-100 |
| Среднее число поражений, n | 1 | 3 | 6 | 9 | 12 |

Зоны защиты молниеотводов

Защищенность здания при данном типе зоны защиты определяется расчетом габаритов зон защиты молниеотводов и проверкой, все ли части здания или сооружения входят в пределы зоны защиты молниеотводов.

Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов имеют следующие габариты:

а) зона типа А: б) зона типа Б:

*ho = 0,85∙h ho = 0,92∙h*

*rо = (1,1 – 0,002 h)∙h rо = 1,5∙h*

 

Зона защиты двойного стержневого молниеотвода имеет следующие габариты:

а) зона типа А (существует при *L3h*)

– при *L  h:*

*hc = ho; rcx = rx; rc= ro.*

– при *L > h*:

*hc = ho – (0,17 + 3∙10-4 )∙(L – h)*



б) зона типа Б (существует при *L  5h*)

– при *L  1,5h*:

*hс = hо; rcx = rx ; rc = ro*

– при *L > 1,5h*

*hс = hо – 0,14∙(L – 1,5∙h)*



Зоны защиты одиночного тросового молниеотвода определяется по формулам:

а) зона типа А: б) зона типа Б:

*ho = 0,85∙h hо = 0,92∙h*

*rо = (1,35 – 0,0025h)∙h ro = 1,7∙h*

 

где: *h* – высота троса в точке наибольшего провеса (определяется при длине пролета между опорами *L* < 120 м, как *h = hоп – 2 м*, а при *L* = 120150 м, как *h = hоп – 3 м*).

Примечание (см. план расположения молниеотводов):

1. Молниеотводы № 1, 2, 3, 31, 32, 33 – отдельно стоящие.

2. Молниеотводы № 4, 5, 6, 7, 8, 15, 19, 26, 27, 28, 29, 30 – настенные.

3. Молниеотводы № 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25 – крышевые.



**Глава IV. Пример выполнения курсового проекта**

**Раздел 1. Обоснование класса**

**пожаровзрывоопасности зоны**

Определим объем взрывоопасной смеси:

Длина зала  м; Ширина зала  м; Высота помещения  м;

Применяемое вещество: бутилацетат; Молекулярная масса:  г/моль; %



где  г (50 кг);

Снпв - нижний концентрационный предел воспламенения, г/м.куб.



г/м.куб.



м.куб.

Свободный объем помещения равен:

; м.куб.

Таким образом, взрывоопасная смесь занимает

% > 5%

свободного объема помещения.

Вывод взрывоопасная зона занимает весь объем помещения. Класс взрывоопасной зоны В-Iа.

**Раздел 2. Определение категории**

**и группы взрывоопасной смеси**

Распределение взрывоопасных смесей по категориям и группам приведено в табл. 7.3.3 ПУЭ.

Согласно табл. 7.3.3 ПУЭ взрывоопасная смесь паров **бутилацетата** с воздухом относится к категории **IIA**, группе **Т2**.

**Раздел 3. Обоснование соответствия уровней и видов**

**взрывозащиты запроектированного электрооборудования требованиям ПУЭ**

По результатам ПТЭ взрывозащищенного электрооборудования на предмет соответствия его классу взрывоопасной зоны, категории и группе взрывоопасной смеси составим таблицу:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Требуется  по нормам | Ссылка  на нормы | Предусмотрено  по проекту | Вывод |
| Двигатель (В3Т4-В) | | | | |
| Уровень взрывозащиты | Повыш. надежности против взрыва | ПУЭ | Взрыво-  безопасное | соответствует |
| Вид взрывозащиты по категории ВОС | 1-4 | ПУЭ | 3 | соответствует |
| Вид взрывозащиты по группе ВОС | Т2-Т5 | ПУЭ | Т4 | соответствует |
| Ключ управления (В2Т3-В) | | | | |
| Уровень взрывозащиты | Повыш. надежности против взрыва | ПУЭ | Взрыво-безопасное | соответствует |
| Вид взрывозащиты по категории ВОС | 1-4 | ПУЭ | 2 | соответствует |
| Вид взрывозащиты по группе ВОС | Т2-Т5 | ПУЭ | Т3 | соответствует |
| Светильники (В3Г) | | | | |
| Уровень взрывозащиты | Повыш. надежности против взрыва | ПУЭ | Взрыво-безопасное | соответствует |
| Вид взрывозащиты по категории ВОС | 1-4 | ПУЭ | 3 | соответствует |
| Вид взрывозащиты по группе ВОС | Б, Г, Д | ПУЭ | Г | соответствует |
| Силовая сеть (ПР) | | | | |
| Материал жил  проводов и кабелей | медь | ПУЭ | медь | соответствует |
| Способ прокладки | в газовых трубах |  | в газовых трубах | соответствует |
| Осветительная сеть (НРГ) | | | | |
| Материал жил  проводов и кабелей | медь | ПУЭ | медь | соответствует |

Вывод: запроектированное взрывозащищенное электрооборудование и проводка силовой и осветительной сети соответствует требованиям ПУЭ.

**Раздел 4. Расчет силовой сети**

**4.1. Расчет силовой сети по условиям нагрева**

Мощность двигателя  кВт

Коэффициент мощности 

К.П.Д. 



Коэффициент пуска 

 А

Аппарат защиты - А3124

 А;  А.





Провод марки ПР(3х6+1х4) проложен в газовых трубах

Определяем номинальный ток двигателя:



A

Определяем рабочий ток двигателя:



A

1 Условие:

А ; А

условие не выполняется. Предлагается заменить данный автомат на автомат с  А и  А

Проверка:  А > А: условие выполняется.

2 Условие:





А

А > А условие выполняется.

3 Условие: 

А; А условие не выполняется.

Предлагается заменить провод с сечением 6 мм2 на провод с сечением 16 мм2.

Проверка:

А > А условие выполняется.

**4.2. Расчет силовой сети по потере напряжения**

 кВт;  м;  кВт;  м

Допустимая потеря напряжения  % (табл. 7 [2])





 (табл. 8 [2])

 мм2

%



 (табл. 8 [2])

 мм2

%



%

% < % условие выполняется.

**4.3 Расчет силовой сети**

**по условиям короткого замыкания**

Мощность трансформатора  кВА

 м;  мм2;  мм2;

 м;  мм2;  мм2;

 Ом;  Ом;  Ом;

 А;  А.

1 Условие: 







 Ом·м; м; мм2

 Ом·м; м; мм2

Ом



 Ом·м; м; мм2

 Ом·м; м; мм2

Ом



Ом; Ом; Ом;

Ом



Ом·м; Ом·м

Ом

; Ом

(табл. 3.1 [2])



Ом



А

Проверка: > 6 условие выполняется.

2 Условие: 







 Ом·м; м; мм2

Ом











Ом



Ом·м

Ом

















Проверка:

А < А условие выполняется.

**Вывод по разделу:**

Предлагается заменить

1. провод на 2 участке сечением 16 мм2 на провод с сечением 16 мм2 ПР(3х16+1х10)

2. запроектированный автомат на автомат с  А и  А.

**Раздел 5. Расчет осветительной сети**

**5.1. Расчет осветительной сети по потере напряжения**

Мощность трансформатора  кВА

Коэффициент загрузки трансформатора 

Коэффициент мощности 

Количество ламп ;

Мощность ламп  Вт;

Расстояние между лампами  м;

 кВт;  м;  мм2;

 кВт;  м;  мм2;

 кВт;

кВт;  м;  мм2.

 А

Допустимая потеря напряжения  % (табл. 7 [2])





 (табл. 8 [2])

%



 (табл. 8 [2])

%



 (табл. 8 [2])



м

%



%

Проверка:

% ; % условие не выполняется.

Предлагается заменить провод на 1 участке сечением  мм2 на медный провод () сечением  мм2, провод на 3 участке сечением мм2 на провод с сечением  мм2 и провод на 4 участке сечением мм2 на провод с сечением  мм2. Тогда:



%



%



%



%

Проверка:

% < % условие выполняется.

**5.2. Расчет осветительной сети**

**по допустимой потере напряжения**

Аппарат защиты - автомат АЕ2000  А

Провод марки НРГ(2х10), проложен открыто на скобах.

Количество ламп ;

Мощность ламп  Вт;

1 Условие: 





А ; А условие не выполняется.

Предлагается заменить данный автомат на автомат с  А.

Проверка:

А > А условие выполняется.

2 Условие: 

А > А условие выполняется.

**5.3. Расчет осветительной сети**

**по условию короткого замыкания**

Мощность трансформатора  кВА

 м;  мм2;  мм2;

 м;  мм2;  мм2;

 м;  мм2;  мм2;

 Ом;  Ом;

 Ом;  Ом;

 А

1 Условие: 







 Ом·м; м; мм2

 Ом·м; м; мм2

 Ом·м; м; мм2



Ом



 Ом·м; м; мм2

 Ом·м; м; мм2

 Ом·м; м; мм2

Ом



Ом



Ом·м; Ом·м;  Ом·м

Ом

; Ом

(табл. 3.1) [2]



Ом



А

Проверка: > 6 условие выполняется.

2 Условие: 







 Ом·м; м; мм2

 Ом·м; м; мм2

Ом



 Ом·м; м; мм2

 Ом·м; м; мм2

Ом



; 

Ом



Ом



Ом·м;  Ом·м

Ом

;  Ом



 (табл. 3.1 [2])







Проверка:

А < А условие выполняется.

**Вывод по разделу:**

Предлагается заменить

1. кабель на 1 участке ААБ(3х185+1х95) на кабель марки СБГ(3х240+1х95)

2. провод на 3 участке ВВБ(4х1,5) на провод марки ВВБ(3х10+1х6);

3. провод на 4 участке НРГ(2х1,5) на провод марки НРГ(2х10).

**Раздел 6. Проверка соответствия сопротивления заземляющего устройства требованиям ПУЭ**

Вертикальный заземлитель:

количество электродов 

длина электрода  м;

диаметр электрода  м;

расстояние между электродами  м;

Горизонтальный заземлитель:

ширина соединительной полосы  м;

глубина заложения  м;

расстояние до внутреннего контура  м

расположение электродов - по контуру

Сопротивление грунта  Ом·м;

Состояние грунта - средней влажности ()





 Ом·м



 м



 Ом

Ом

 (прил. 3 [2]) при и 



Ом





м

Ом

 (прил. 3 [2]) при и 



Ом



Ом

Проверка:

Ом < Ом условие выполняется.

**Вывод**: запроектированное заземляющее устройство удовлетворяет требованиям ПУЭ.

**Раздел 7. Проектирование молниезащиты**

**здания насосной станции**

Длина здания  м;

Ширина здания  м;

Высота здания  м;

Средняя продолжительность гроз  ч.

Тип молниеотвода: одиночный стержневой;

Точка установки молниеотвода: №7.





< 1 следовательно, зона должна быть типа Б.

Для обеспечения надежности молниезащиты здания насосной станции должно выполняться условие: радиус зоны защиты на уровне высоты здания

Rx > м

Предлагается установить молниеотвод высотой  м.

Проверка:

Rx = м. Условие выполняется.

При этом параметры зоны защиты будут равны:

Высота зоны защиты: ho = м;

Радиус зоны защиты на уровне земли: Rо = м

**Вывод**: для обеспечения требуемой надежности молниезащиты здания насосной станции высота молниеотводов должна быть  м.

**Список литературы:**

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) – М.

2. Черкасов В.Н., Шаровар Ф.И. Пожарная профилактика электроустановок, – М,: ВИПТШ МВД СССР, 1987.

3. Черкасов В.Н. Пожарно-техническая экспертиза электрической части проекта. – М.: Стройиздат, 1987.

4. ГОСТ 12.2.020-76. Электрооборудование взрывозащищенное.

5. ГОСТ 12.1.011-78. Смеси взрывоопасные.

6. Черкасов В.Н., Кузнецов В.А. Методические указания к решению задач по выбору электрооборудования для пожаро- и взрывоопасных производств. – М: ВИПТШ МВД СССР, 1988.

7. РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты и сооружений.

8. Инструкция по монтажу электрооборудования силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон. – М,: Энергия, 1976.

9. Шевченко Н.Ф., Взрывозащищенное электрооборудование. – М.: Недра, 1972.

10. Мыльников М.Т, Логинов Ф.Л., Пожарная профилактика в электроустановках. – М: Энергия, 1973.

11. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ). – М: Энергоатомиздат, 1986.

12. Мыльников М.Т., Общая электротехника и пожарная профилактика электроустановок . – М.: Стройиздат, 1985.

13. Герасимов В.Г., Электротехника. – М.: Высшая школа, 1985.

14. Черкасов В.Н., Пожарная профилактика электроустановок (задачник). – М.: ВИПТШ МВД СССР 1987.

15. ГОСТ 22782.3-77. Электрооборудование взрывозащищенное со специальным видом взрывозащиты. Технические требования и методы испытаний.

16. ГОСТ 23111-78. Двигатели асинхронные трехфазные короткозамкнутые взрывобезопасные серий В и ВР мощностью от 0,25 до 110 кВт. Технические условия.

17. ГОСТ 14254-80. Электрооборудование напряжением до 1000В. Оболочки. Степени защиты.